

出國報告（計畫類別：考察）

考察日本新能源事業精進計畫

服務機關：臺北市政府

姓名職稱：何明育 / 臺北市政府產業發展局/科長

戴裕聰 / 臺北市政府產業發展局/股長

林育德 / 臺北市政府產業發展局/技士

派赴國家：日本

出國期間：112年9月11日至9月16日

報告日期：112年11月17日

摘要

本報告係依據「臺北市政府及所屬各機關公務出國報告處理注意事項」規定，提交「考察日本新能源事業精進計畫」出國報告，參訪由產業局何明育科長率股長戴裕聰及技士林育德前往日本參訪。

本次赴日本考察之目的，希借鏡松下草津工廠經驗，了解如何透過設置氫燃料電池、太陽光電及儲能系統達成RE100的目標，希借鏡東京電力公司，交流城市建構虛擬電廠之經驗，希借鏡岩谷加氫站之經驗，了解日本加氫站法規。

本報告分為四個部分，首先說明計畫緣起；第二部分為出國行程；第三部分為辦理目標；第四部分則詳述參訪過程，最後依據人員參訪過程提出對於本府之心得與建議，作為市府政策訂定與推動之參考。

目 錄

一、	計畫緣起	P.4
二、	出國行程	P.5
三、	辦理目標	P.6
四、	參訪過程	P.6
五、	心得與建議事項	P.16
附錄、	參考資料	P.18

一、計畫緣起

為學習日本推動氫能發展目標、淨零排碳政策規劃之經驗，112年9月11日至9月16日期間產業局何明育科長率股長戴裕聰及林育德，前往日本考察松下草津工廠、岩谷加氫站、豐田智能城等地，希借鏡松下草津工廠經驗，了解如何透過設置氫燃料電池、太陽光電及儲能系統達成RE100的目標，希借鏡東京電力公司，交流城市建構虛擬電廠之經驗，希借鏡岩谷加氫站之經驗，了解日本加氫站法規。

二、出國行程

日期	訪問行程	陪同單位
9月11日 星期一	飛航行程，下午參訪關西機場加氫站	財團法人台灣經濟研究院、財團法人工業技術研究院
9月12日 星期二	川崎重工博物館、松下草津工廠	財團法人台灣經濟研究院、財團法人工業技術研究院
9月13日 星期三	川崎再生能源展示館、岩谷加氫站、豐田智能城	財團法人台灣經濟研究院、財團法人工業技術研究院
9月14日 星期四	參觀氫能燃料電池展	財團法人台灣經濟研究院、財團法人工業技術研究院
9月15日 星期五	參訪東京電力公司、東京都政府、再生能源宣傳館「ECO和白丸」、日本松下氫能展示館	財團法人台灣經濟研究院、財團法人工業技術研究院
9月16日 星期六	搭飛機回程	財團法人台灣經濟研究院、財團法人工業技術研究院

三、辦理目標

透過本次參訪，學習日本推動氫能發展目標、日本各城市推動新能源之經驗，俾利本市後續推動氫能發展目標、淨零排碳政策規劃、循環經濟等。

四、參訪過程

本次考察安排了6日行程於川崎重工博物館、松下草津工廠、岩谷加氫站、豐田智能城、氫能燃料電池展等地參訪，針對訪查地點，以一般民眾身分進行觀察和記錄，行程甚為緊湊，以下謹將期間各項心得臚述如下：

(一) 關西機場加氫站與氫能載具：

1. 簡介：日本關西機場以成為「世界最高水平的環境先進機場」為目標，自2013年開始推廣氫能運用政策，為促進日本政府實現2030年減少碳排46%（與2013年相比）及2050年實現碳中和等目標，關西機場持續努力減少二氧化碳排放，長期目標為2050年將溫室氣體實質排放量降為零。為實現此目標，關西機場除了推動空調、照明等節能措施並導入能源管理系統實現能源使用的可視化與最佳化，另一方面亦持續擴大再生能源(太陽能板)導入設置，此外，設置加氫站並陸續引進燃料電池堆高機、氫能與電動公務汽車及氫能巴士等，打造氫能載具健全運行環境，未來將持續朝氫能船舶及重型車輛應用發展。
2. 特色:本次體驗搭乘是由關西機場株式會社與南海巴士股份有限公司於2022年2月份啟用之氫燃料電池巴士，此計畫的部分經費來自大阪府「令和3年度燃料電池巴士引進促進事業費補助金」及三菱UFJ金融集團旗下5家公司的捐款，其餘則由關西機場株式會社自行出資，面對2025年即將舉辦的大阪關西世博會，大阪政府也期待氫能可作為下一世代的能源利用，故本次關西國際機場內燃料電池巴士的運行也是大阪府內首次引進燃料電池巴士的使用。



圖1、氫燃料電池巴士



圖2、關西機場加氫站

(二) 川崎重工博物館：

1. 簡介：川崎重工成立迄今已逾120年，其產品跨足交通領域、能源、工業設備等包羅萬象，應用場景更是橫跨陸海空，但無論何時川崎重工的宗旨都是走在時代最尖端，用最好的技術打造最好的產品，設立此博物館，除了將川崎重工的內涵與歷史進行可視化外，更希望能透過場館的呈現有效達成民眾體驗與知識教育的普及。
2. 特色：川崎重工亦跨足氫能產業，研發出像是可混燒30%氫能的30MW燃氣渦輪機、搭載於越野四輪車的氫燃料直噴引擎、加氫站用的節能型氫氣壓縮機及世界首座液態氫卸貨碼頭與日本最大的液態氫儲存槽等。



圖3、參訪成員合影留念



圖4、博物館內部

(三) 松下草津工廠：

1. 簡介：該場地示範以100%太陽能板(570kW)、氫燃料電池(495kW)及大型儲能電池(1.1MWh)，透過充放電調節多餘電力，供應生產工廠所需電力，工廠由於24小時運行，因此目前大約2成的所需電力係由太陽能電池產生，其餘大部分來自氫燃料電池。
2. 特色：該工廠11年2月成為全球首座示範所消耗的電力可100%完全由再生能源與氫氣供應之場域，透過松下公司開發的能源管理系統，可對燃料電池和蓄電池的進行整合控制，使此套發電系統可依據工廠的電力需求數據、天氣預報數據（未來將擴充此功能）和運行期間的設備監控數據，追蹤和滿足現場的所有電力需求，系統還可根據太陽光電發電系統功率輸出的測量結果，調節氫能燃料電池的發電輸出，並使用蓄電池來解決過剩或短缺問題，產出最適化的發電計畫。



圖5、現場液氫罐照片

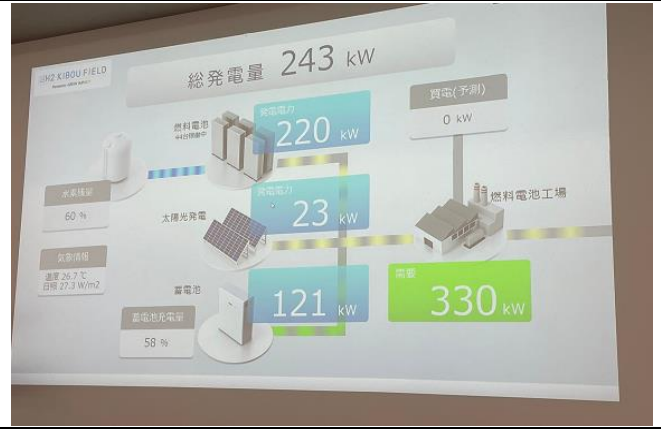


圖6、能源管理系統照片

(四) 川崎市再生能源展示館:

1. 簡介：川崎市再生能源展示中心位於川崎市浮島垃圾處理場，鄰近羽田機場，主要為展示川崎市整體之能源規劃及環保推動成果之設施。該館附近空地原作為垃圾掩埋用地，110年由川崎市與東京電力公司共同打造1座大規模太陽能發電站，面積約11公頃，共設置38,000片光電板，最大輸出功率可達7,000 kW，約可供應2,800戶家庭用電，同年，也在鄰近的扇島地區設有另一座更大型的光電廠，共有64,000片光電板，最大輸出功率可達13,000 kW。
2. 特色:川崎市政府自2019年開始，於浮島地區利用燃燒廢棄物發電結合電動垃圾車電池交換系統，成為日本國內首處示範系統，該座換電站共有七顆電池，供2台電動垃圾車進行電池交換，建議本府環保局可進行評估規劃。由於每顆電池重達340公斤，因此是由機械手臂進行交換，每次換電作業只須3分鐘，另為有效達成宣導與推廣目的，川崎市政府規劃在大型太陽光電所附近建造川崎環保生活未來館，針對再生能源、地球溫暖化、資源永續循環發展等主題設置展館，吸引對此有興趣之遊客或附近中小學學童校外教學時來訪，達成環保推廣與行銷之目的。



圖7、本次參訪成員合影留念



圖8、參訪過程照片



圖9、電動垃圾車電池交換系統



圖10、太陽能板照片

(五) 岩谷東京本社、岩谷加氫站:

1. 簡介: 岩谷公司打造全球領先的氫氣生產、液化、運送、海上運輸和接收的國際大型一體化液氫供應鏈，亦參與福島新能源協會倡議，推動以再生能源發電生產綠氫，另於澳洲布里斯本進行綠氫的產製。岩谷加氫站－芝公園站為日本首個展廳式氫氣站，2015年啟用氫氣供給能力達 100 Nm³/h 到500 Nm³/h 之間，岩谷加氫站－芝公園站屬於岩谷公司所有。
2. 特色：目前展廳式氫氣站由豐田汽車借用，進行燃料電池車輛展示，希望讓民眾能夠更了解氫能源與氫能載具。現場展示車款使用氫能引擎，原理是透過使用氫氣加上空氣中的氧氣，產生化學作用後進行發電與產生水，該電力將用於驅動車輛。車體內設有一個轉接器，可提供V2H功能，最高可供應一般家庭3~4天所需電力，車內有三個儲氫槽，可儲存5.6公斤的氫氣，儲氫壓力為80MPa，充飽後的續航力可達850公里，1公里氫能估算約花費1.54元臺幣。



圖11、氫能車照片



圖12、岩谷加氫站照片

(六) 豐田智能城

1. 簡介: 豐田市為努力成為永續發展目標的未來城市，保護我們不可取代的生物圈，實現無負擔無浪費的舒適生活，特別建立豐田智能城場域，該場域由豐田市政府結合豐田市當地企業之力，整合市民、地區、企業、學校，透過先進技術與自然共同打造而成，展示能源相關技術結合之相關項目，如智慧住宅、燃料電池車等，更被日本選為永續發展目標未來城市，從開幕至今總計有100多個國家，38萬人來參訪。
2. 特色: 該處加氫站係由Iwatani及東方瓦斯共同經營的，設有氫燃料製造裝置的現場型設施，加氫站內氫氣設備，以液化石油氣、石油等為原料生產氫氣，據現場詢問工作人員表示，依據高壓氣體安全法及消防法，加氫站離周遭建物至少8公尺以上，24小時都在持續產氫，白天1小時可產出10公斤，晚上為了安全起見只產出3公斤，該地加氫站1天約可供應10台車。現場也展示氫燃料電池車，總共可儲存5.6KG氫氣，充飽氫氣只需3分鐘，充飽氫能可跑850公里，相較於現有電動車續航力更高，搭配V2G (Vehicle-to-grid) 功能，如遇上停電情形，可供應家庭所需用電量。



圖13、本次參訪成員合影留念

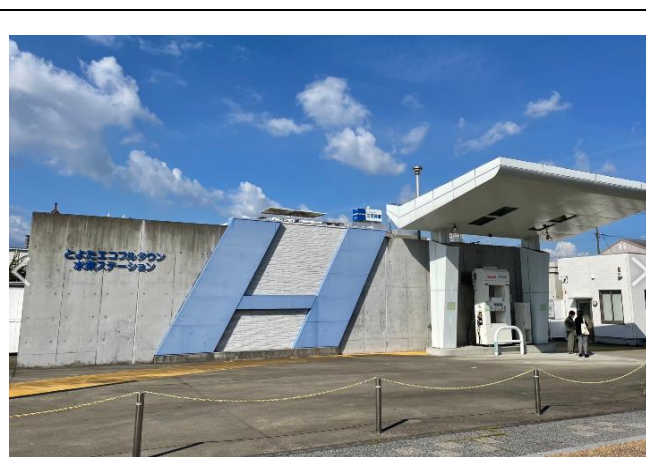


圖14、豐田智能城內設置的加氫站

(七) H2& FC EXPO 氫能燃料電池展

1. 簡介: 2023年的SMART ENERGY WEEK 秋季展，同期展出H2& FC EXPO氫能燃料電池展、PV EXPO太陽光發電展、BATTERY JAPAN二次電池展、SMART GRID EXPO及WIND EXPO風力發電展。其中H2& FC EXPO氫能燃料電池展著重於展示氫能&燃料電池的研究開發及製造過程中所需的技術、零組件、材料、設備及燃料電池系統。
2. 特色: 本次考察主要參觀H2 & FC EXPO展覽，重點參觀攤位包含日本氫能協會、川崎重工及東京都政府環保局攤位，日本氫能協會設立宗旨為透過社會實施計畫的實現，快速建設氫能社會，日本公私部門長期以來一直從事氫能研發和示範實驗，但社會實證的基礎設施

不足，現階段氫能的供應成本與現有燃料相比也較高，故市場尚未成熟。因此透過協會成員之間的共識形成，提供政府部門朝向可擴大氫能需求或放鬆管制等方面的政策建議，希望可加速氫能社會的實現。川崎重工在氫能供應鏈領域的技術發展便包括有效利用褐煤生產氫氣、運輸、儲存和利用氫氣，並在 2030 年左右建立和示範供應鏈商業化的技術。東京都政府環保局也參與本次展覽，並宣導有關「HTT」的節電方針，東京都政府為確保能源供給的中長期穩定，以加速轉型成為永續城市，於是喊出「HTT」的節電口號。HTT代表了三個日文單字的英文縮寫，分別是：減らす（Herasu）：減少電力使用，例如調整合適的空調溫度；創る（Tsukuru）：創造電力，比方說在閒置屋頂增設太陽能板；及蓄める（Tameru）：儲存電力，例如安裝蓄電池、使用零排放交通工具（zero-emissions vehicle，ZEV）等。



(八) 東京都政府

1. 簡介: 東京都政府肩負管理東京23區地方政府之任務，面對2050淨零碳排的挑戰，除全面部署相對應之「減緩措施」及「適應措施」外，並積極研議擴大節能和再生能源的措施，加強各領域減排措施和零碳排載具推動戰略等。
2. 特色: 本次拜訪的東京都政府產業勞動局產業能源政策部新能源推展科，其主要任務為推廣氫能源及新能源的規劃、調查、協調和支援事項。東京都政府對於氫能的推動戰略制訂了短中長期的目標與做法，短期為2025年、中期為2030年、長期則是2050年。長期目標是使用大規模潔淨能源進行氫能的產製，並將氫能用於電廠發電使用。中程目標則是希望推動大型運輸工具(巴士、卡車等)使用氫能源，並且完善實現2050淨零排放所需之潔淨能源基礎建設及推動小型發電設施使用氫能源，東京都政府對於氫能巴士及加氫站皆有提供相關補助，氫能巴士部分，氫能巴士價格約2,000萬日幣，可獲得1,300萬日幣的補助金，僅需700萬日幣即可購入，加氫站部分，建置加氫站最高補助10億日圓，加氫站維修或擴建最高補助4億日圓，日本環境省則針

對氫能燃料電池車輛提供每輛上限250萬日圓補助。



圖17、本次參訪成員合影留念



圖18、會議交流照片

(九)移動式加氫站(西新宿加氫站)

1. 簡介:日本移動加氫站服務公司(Japan Mobile Hydrogen Station Service LLC, Nimohis) 由岩谷產業株式會社、太陽日酸株式會社、豐田通商株式會社等三大事業夥伴攜手合作成立於2015年2月，透過充分發揮各自優勢，致力於可支持燃料電池汽車普及化的能源安全、環境和經濟效率提升計畫，以努力實現30年後的美好未來。該公司主要服務範疇為安裝和營運移動式加氫站，以滿足在未來燃料電池汽車需求增加的情況下擴大氫氣供應站點。
2. 特色:與固定式加氫站相比，移動式加氫站的場地面積可縮小約30%，建設週期可縮短約60%，因此可望成為城市地區主要的氫能載具補給基地。移動式加氫站的營業日和營業時間因站點而異，此外，還可能受大雨、強風、大雪等惡劣天氣或災害等不可避免的情況，暫時停止營業或停業。移動式加氫站將氫氣補充設施設置於移動式卡車的車床上，由於卡車內部空間相對狹小，故較容易安裝。在氫能車輛仍處於引進的早期階段，移動加氫站的優點是能夠靈活回應地區的需求。根據日本法律，移動式加氫站的安裝地點及相關的法律制度和安全管理措施皆與傳統定置型加氫站相同，卡車需為靜止停放的狀態才可進行氫氣的補充，且同樣須由具有合法資格的人員負責氫能補充系統的操作，日本政府目前氫氣價格為每立方公尺100日圓(約新臺幣21.59元)，目標是降至每立方公尺20日圓(約新臺幣4.318元)，當日某車補充約3.5公斤氫能，支付費用為3,800元日圓，換算每公斤氫氣的價格約為1,085元日圓，每公斤氫氣約為新臺幣234元(依據112年11月9日臺灣銀行掛牌即期日圓賣出匯率1: 0.2159估算)



圖19、本次參訪成員合影留念



圖20、移動式加氫站照片

(十) 東京電力公司

1. 簡介: 東京電力公司創立於1951年，是日本1家集發電、輸電和配電於一體的大型電力企業，其電網主要覆蓋東京都及周邊8個縣，2022年底宣布與東京都政府合作，由東電引進太陽能發電設備、蓄電池、能源管理系統等，並在東京都擁有的設施中建立虛擬電廠(VPP)，透過能源管理系統在設施之間相互交換電力，最大限度地利用當地的再生能源，進行最佳能源管理，啟動可實現2050年碳中和的專案。
2. 特色: 東京電力公司受東京都政府委託，由東電引進太陽能發電設備、蓄電池、能源管理系統等，並在東京都擁有的設施中建立虛擬電廠(VPP)，透過能源管理系統在設施之間相互交換電力，最大限度地利用當地的再生能源，進行最佳能源管理，啟動可有助於實現2050年碳中和的專案。此專案已經執行了5年，完成了2,000 kW太陽光電的佈建及4,000 kW儲能電池的裝置容量。主要目的是希望能夠在當地產生電力供給在地電力使用，落實自產自消的概念。



圖21、本次參訪成員合影留念



圖22、會議交流照片

(十一) 再生能源宣傳館「ECO和白丸」

1. 簡介: 本處隸屬東京都交通局水力發電與再生能源展示設施，利用多摩川水運營三座水力發電站電力，水力發電站由上游至下游依序為多摩川第1發電站、白丸發電站及多摩川第3發電站，該館提供解說牌及互動設施，傳遞民眾水力發電相關知識，並展現水力發電作為再生能源供電的有效性。
2. 特色: 白丸調整池水壩是位於東京都西多摩郡奧多摩町的水壩，高30.3公尺，長61公尺，體積14,161平方公尺，乘載多摩川水，有效調節下游的多摩川第三發電站發電用水，平成12年為有效利用能源因而建造了白丸發電廠。多摩川第1發電站最大輸出功率為19,000千瓦，白丸發電站最大輸出功率為1,100kw，多摩川第3發電站利用白丸調整池通過導水路輸出的水進行發電，最大輸出功率為16,400kw，一年發電電量可提供35,000戶普通家庭使用量。為穩定水力發電，該處實施有計劃的維護管理水壩、發電機等設施，每年亦會進行1次大規模維護、檢查，必要時進行大型修繕及改善計畫。



圖23、水力發電取水口



圖24、再生能源宣傳館內部照片

(十二) 日本松下氫能展示館

1. 背景及簡介: 本場館為松下集團經營，以實現「更好的生活方式」和「可持續的全球環境」信念，朝向永續發展的業務方向推進，該場域設置700W氫燃料電池進行驗證，致力於創建第1個不排放二氧化碳的「零CO₂展廳」。
2. 特色: 該場域上午11時至下午3時期間開啟氫能發電供應場館部分電力，氫能櫃內設置20罐氫氣瓶，氫氣瓶容量約7至10立方公尺，充填壓力14.7MPa，採定期更換氫瓶，1個禮拜約需更換18罐氫氣瓶，其餘館內所需電力運用市電供應。日本松下公司不僅致力於製造新產品，亦回收舊家電拆解可用零件，作為新產品的材料，減少二氧化碳及廢棄物之產出，該館提供許多解說牌及互動設施，傳遞民眾節能減碳及二次利用的觀念，並展示咖啡渣製成的環

保杯等，向大眾展現節能減碳、零碳能源之效益。



圖25、氫能展示館內部照片



圖26、氫氣貯存掩體設施

五、心得與建議事項

(一) 經過6天日本考察，考察許多地方包含關西機場加氫站、川崎重工博物館、松下草津工廠、氫能燃料電池展及東京電力公司等地，松下草津工廠以太陽光電、儲能電池及燃料電池，打造零碳電力系統，本市目前大部分場域僅導入太陽光電減少部分市電的使用，雖亦導入儲能電池作為備援與尖峰需量抑低的工具，但絕大部分的用電仍是仰賴市電，甚至長時間停電時仍需啟動柴油發電機作為緊急供電來源，本局未來將依淨零排放管理自治條例第11條規定，分年分階段要求契約容量在八百瓩以上者，應依本府規定期程自行或提供場所設置一定裝置容量以上之再生能源發電設備、儲能設備或購買一定額度之再生能源電力及憑證，未來將提高本市用電大戶設置再生能源比例。

(二) 日本加氫站的法規及設備等發展皆領先台灣，建議可將現行立法方向、內容與日本的規範進行比對，針對不合理之處與中央主管機關提出建議，創造氫能友善的發展環境，在電動汽車與氫能汽車的政策推動之下，未來加氣站與加油站數量將逐漸減少，建議本市可思考相關業者及從業人員的輔導政策及配套措施，以維公正轉型。

(三) 透過參與氫能燃料電池展，了解各國都將氫能當作未來重要的發展目標，不僅國家或城市多有訂定明確的政策與目標宣示，私部門也已發展出完整的氫能供應鏈，建議本市可持續關注主要國家，尤其是鄰近的日、韓兩國的氫能產業發展，作為政策制訂參考，並建議可持續參與國際展會獲取最新訊息。

(四) 東京電力公司於福島事件發生後加強於防災應變能力，由於供電量居全國電力公司之冠且首都圈的供電網絡亦仰賴該公司的妥善服務，因此供電韌性為其首要的課題，另一方面，面對全球淨零轉型的壓力，東電公司亦致力於碳中和的目標，於大量導入再生能源的同時，又須兼顧電力供應的彈性與穩定，著實為一大挑戰。因此，東電公司近年來不斷推出新形態的實證計畫，除了成立「區域能源創新事業室」，並透過該單位與地方政府及自治團體建立各項主題的示範驗證計畫。目前本市已推動5個行政區參與台電公司需求面管理方案，將尖峰時間的電力調控彈性轉化為電力公司的調度資源，除協助穩定電網的平衡，也可將閒置資源轉化為財務收益。從東電的經驗來看，此資源及合作關係相當珍貴，建議相關政策應持續推動，同時也建議應更深入分析如何擴大資源參與的成效及如何篩選更多合適的用戶響應，對於本市供電穩定度應有所助益。

(五) 川崎市再生能源展示中心附近空地原作為垃圾掩埋用地，110年由川崎市與東京電力公司共同打造1座大規模太陽能發電站，並利用燃燒廢棄物發電結合電動垃圾車電池交換系統，成為日本國內首處示範系統，本市垃圾焚化廠已進行汽電共生發電，未來可考慮設置太陽光電或是結合電動垃圾車電池交換系統，提升節能減碳成效。

(六) 借鏡川崎市再生能源展示館、日本松下氢能展示館等場域，學習上述場館如何提供互動設施傳遞民眾淨零排碳相關知識，未來可結合AI技術為參觀者帶來更深刻的沉浸式互動體驗。

附錄-參考資料

- 一、 <https://rsprc.ntu.edu.tw/zh-tw/m01-3/en-trans/open-energy/1669-2022-01-27-06-07-41.html>，風險社會與政策研究中心
- 二、 https://www.khi.co.jp/corporate/library/pdf/information_ch.pdf，川崎重工業株式會社
- 三、 <https://vocus.cc/article/65096f5bfd89780001991e0d>，方格子
- 四、 <https://www.jendow.com.tw/wiki/%E6%9D%B1%E4%BA%AC%E9%9B%BB%E5%8A%9B%E5%85%AC%E5%8F%B8>，百科知識中文網